

Geología de Grado en Química. Prácticas.

2. Reconocimiento de minerales y rocas mediante microscopía óptica

**José Manuel Astilleros García-Monge. Sol López-Andrés.
Cristóbal Viedma Molero. Elena Vindel Catena.**

Dpto. de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense.

c/ José Antonio Novais nº 2. 28040-Madrid.

jmastill@geo.ucm.es antares@geo.ucm.es viedma@geo.ucm.es evindel@geo.ucm.es

Diseño gráfico

José María Valera Estévez

Resumen: Esta práctica está orientada hacia estudiantes de Geología de Grado en Química que disponen de una hora en total para iniciarse con el microscopio petrográfico y conocer las principales propiedades ópticas de los minerales y materiales cristalinos. Para ello se han escogido dos láminas delgadas de dos rocas comunes, un granito y un basalto, formadas por distintos minerales.

Palabras clave: Microscopio petrográfico. Lámina delgada. Propiedades ópticas. Granito. Basalto.

EL MICROSCOPIO PETROGRÁFICO

Este tipo de microscopio se caracteriza por tener incorporados dos polarizadores y consta de las siguientes partes:

- **Ocular**

Se componen de dos lentes plano-convexas, que forman una lupa compuesta. Los aumentos más habituales son x10 y x5. En el microscopio utilizado el aumento es x10.

- **Objetivos**

También proporcionan una imagen aumentada. El aumento total es igual al producto del objetivo por el del ocular. Los aumentos más utilizados son x4, x10 y x40.

- **Lente de Bertrand**

Sirve para llevar las figuras de interferencia al plano focal del ocular.

- **Hendidura para accesorios**

Sirve para insertar diferentes tipos de lentes: cuarzo, mica y yeso.

- **Analizador**

Polarizador montado sobre el objetivo.

- **Platina**

Sobre ella se colocan las preparaciones microscópicas, debe girar libremente y está calibrada de manera que puede medirse el ángulo de giro mediante un nonio. Lleva un sistema de tornillos para fijarla en cualquier posición.

- **Condensador**

Está bajo la platina. Sirve para que converja la luz que sale del polarizador.

- **Diafragma**

Situado debajo del condensador sirve para regular la cantidad de luz que llega a la preparación.

- **Polarizador**

Normalmente forma un ángulo de 90° con el analizador.

- **Tornillo macro y micrométrico**

Sirven para enfocar la preparación y para ello hay que graduar la altura del objetivo sobre cualquier objeto que esté en la platina con dicho tornillos de ajuste, el grueso (macrométrico) y el fino (micrométrico). La distancia de trabajo varía enormemente de unos objetivos a otros por lo que hay que tomar precauciones para que el objetivo de mayor aumento que no tropiece y rompa la preparación.

En la figura 1 se muestra un esquema del microscopio en el que se señalan las partes principales del mismo y en la figura 2 una imagen del microscopio petrográfico binocular (modelo Nikon Lobophot) que se va a utilizar en la práctica.

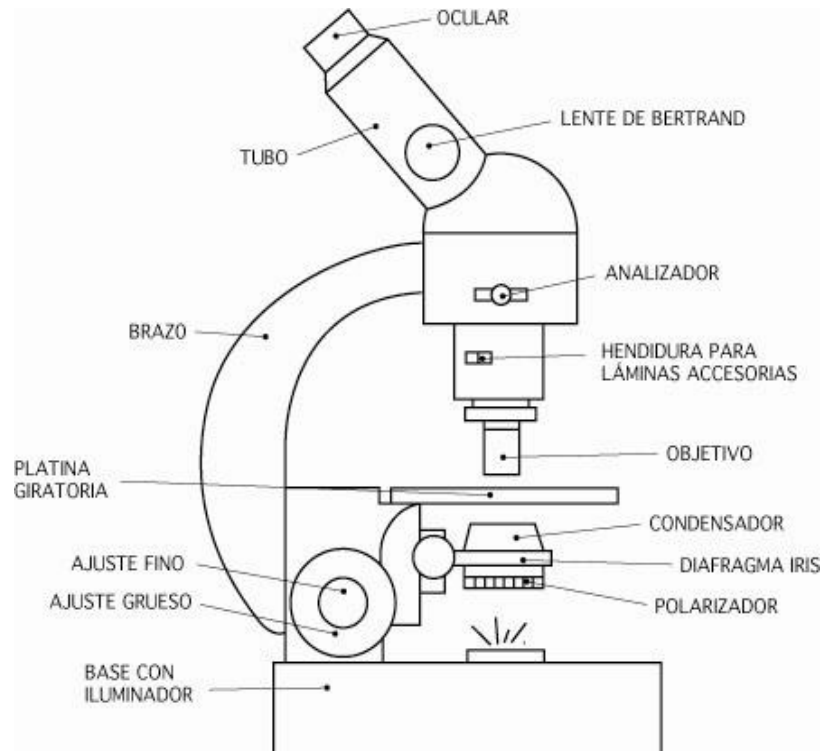


Figura 1. Esquema de un microscopio de polarización.

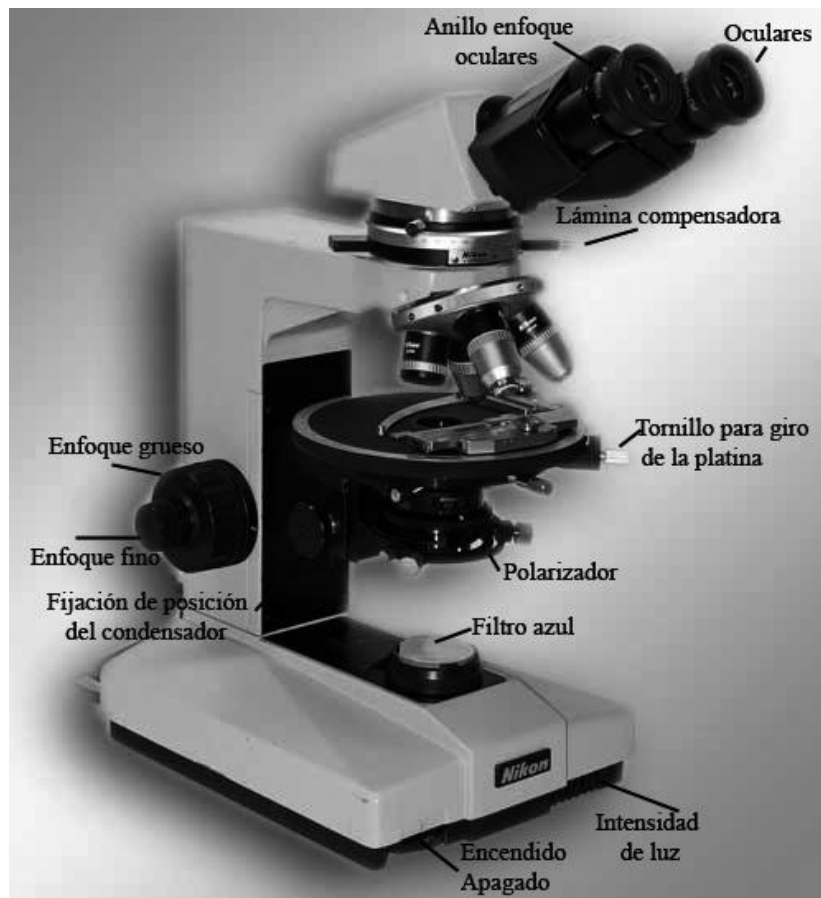


Figura 2. Esquema del microscopio petrográfico Nikon Labophot.

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MINERALES OBSERVABLES EN SECCIÓN DELGADA

Para el estudio de rocas y minerales al microscopio petrográfico se confeccionan con las muestras láminas o secciones delgadas (30 μm), que se pegan a un portamuestras de vidrio. Las propiedades principales que se pueden observar en los minerales y materiales cristalinos cuando se estudian en una lámina o sección delgada y que dan lugar a su identificación mediante el microscopio petrográfico son: forma y hábito, color y pleocroísmo, líneas de exfoliación y/o fractura, relieve, isotropía o anisotropía, presencia de zonados, maclas y alteraciones. Para estudiar estas propiedades se necesita utilizar un solo polarizador o los dos que tiene el microscopio.

Observaciones con un polarizador

- **Forma y hábito**

Se llama **forma** de un cristal a las caras que lo limitan y que son equivalentes por simetría. Puesto que los cristales crecen bajo condiciones físico-químicas variables el desarrollo relativo de cada cara puede variar, modificando su aspecto externo y a eso se llama **hábito**. Los cristales que desarrollan caras planas se dice que son **idiomorfos**, pero, en muchas ocasiones los minerales presentan contornos irregulares (granos) y se dice que son **alotriomorfos**. Los cristales **subidiomorfos** presentan características intermedias, es decir, contornos lisos combinados con otros más irregulares.

- **Color**

El color se produce por la absorción selectiva de determinadas longitudes de onda del espectro visible de la radiación electromagnética. Aunque muchos de los cristales que observamos en lámina delgada son incoloros, es decir, la luz no sufre absorción al atravesar el cristal, otros pueden presentar un color muy característico. En algunas ocasiones, los cristales no son homogéneos, sino que presentan variaciones composicionales producidas durante el crecimiento. Como consecuencia, el color puede variar de centro a borde del cristal dando lugar a zonados.

- **Pleocroísmo**

En algunas ocasiones el color que presenta un cristal puede variar cuando la luz es transmitida en direcciones cristalográficas diferentes. Esta propiedad se la conoce como **pleocroísmo** y en el microscopio se observa cuando al girar la platina el cristal cambia de color. Pueden tener pleocroísmo todos los cristales con color, excepto los cúbicos que son ópticamente isótropos (las propiedades no varían con la dirección).

- **Líneas de exfoliación y fractura**

Cuando un cristal es sometido a un esfuerzo puede romperse. Si la rotura se produce según un plano cristalográfico según el cual los enlaces sean más débiles, se dice que **exfolia**. Al microscopio la **exfoliación** se ve como líneas rectas. Si se rompe por un plano aleatorio, se dice que **fractura** y al microscopio se ve como líneas más irregulares. No todos los cristales exfolian, pero todos se pueden fracturar. Algunos cristales tienen exfoliación o fractura característica que sirve para identificarlos.

- **Relieve**

Se denomina **relieve** al grado de visibilidad o profundidad de los contornos del grano en el medio que le rodea, de índice de refracción conocido. Cuanto mayor es la diferencia existente entre el índice de refracción de un mineral y el material que lo rodea, mayor es su relieve. En Mineralogía se utiliza generalmente como inmersión el bálsamo de Canadá de índice de refracción $n = 1,537$. En una lámina delgada, los minerales que tienen índices de refracción mayores que el resto muestran límites de grano muy definidos y marcados.

Observaciones con polarizadores cruzados

- **Isotropía o Anisotropía óptica**

Si el cristal aparece negro al cruzar los polarizadores y así permanece al girar la platina se dice que es ópticamente **isótropo**. Si aparece coloreado y varía del color al girar la platina se dice que ópticamente **anisótropo**. En el caso de que sea anisótropo los colores que presenta, que se llaman **colores de interferencia**, son también un criterio para identificar el cristal.

- **Maclas**

Las maclas son combinaciones de cristales relacionados mediante elementos de simetría. Algunas veces se pueden observar al microscopio por la presencia de zonas de diferente color de interferencia o diferente posición extinción. Un caso frecuente son las bandas claras y oscuras, “maclas polisintéticas,” que muestran plagioclasas cruzando polarizadores.

LÁMINAS DELGADAS A ESTUDIAR

En esta práctica se van a estudiar dos rocas en lámina delgada: un **granito** (roca ígnea plutónica) y un **basalto** (roca ígnea volcánica). Para facilitar este estudio hemos fotografiado las láminas con un polarizador (Figs. 3 y 5) y con dos polarizadores (Figs. 4 y 6). En las figuras 3 y 4 se recogen las imágenes del granito y en las figuras 5 y 6 las del basalto.

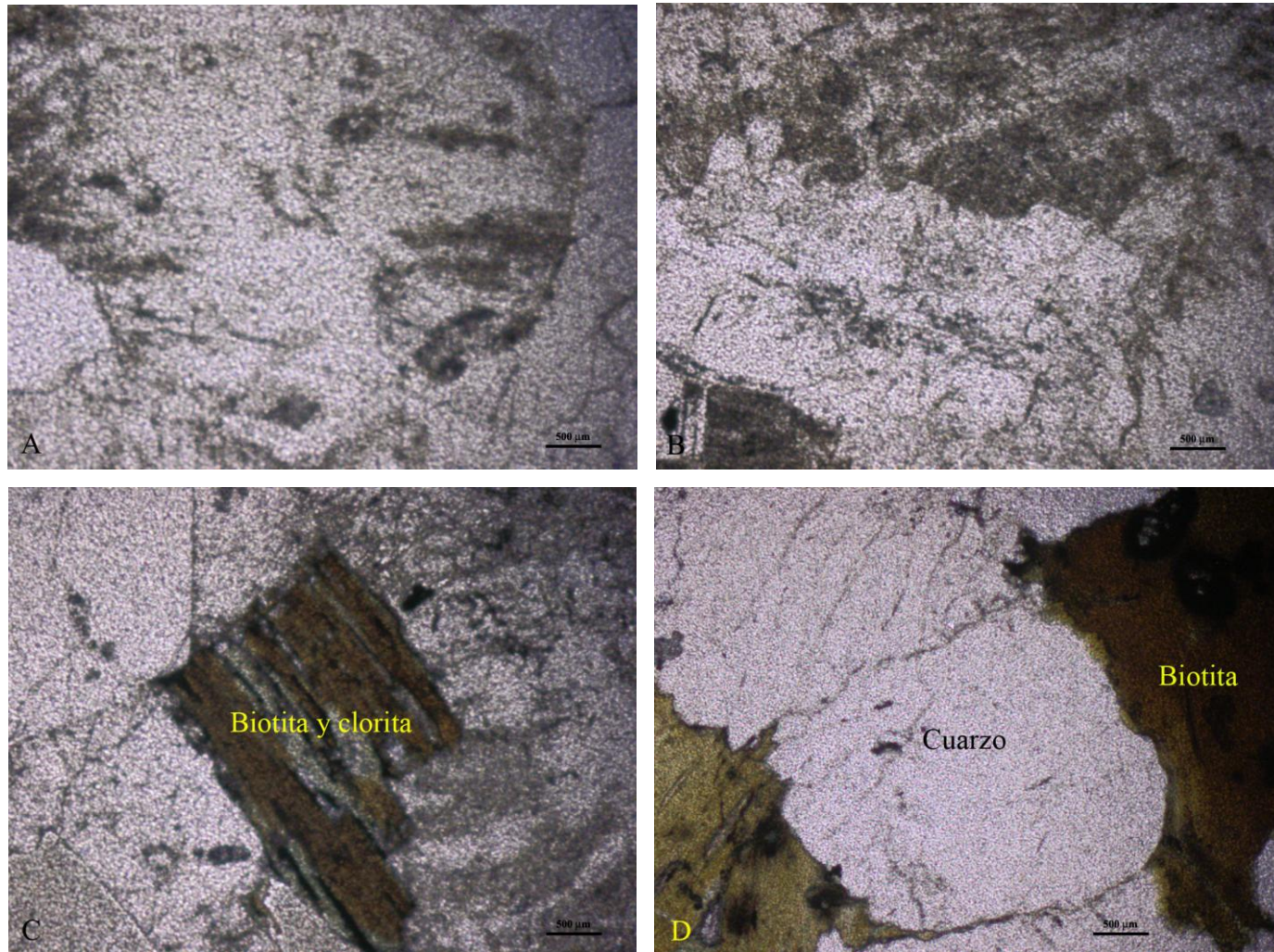


Figura 3. Un polarizador. Granito. A. y B. Se observan diferentes minerales incoloros (feldespatos) algo alterados (partes grises). C. Minerales coloreados, biotita (marrón) y clorita (verde). D. Mineral marrón (biotita) y mineral incoloro poco o nada alterado (cuarzo).

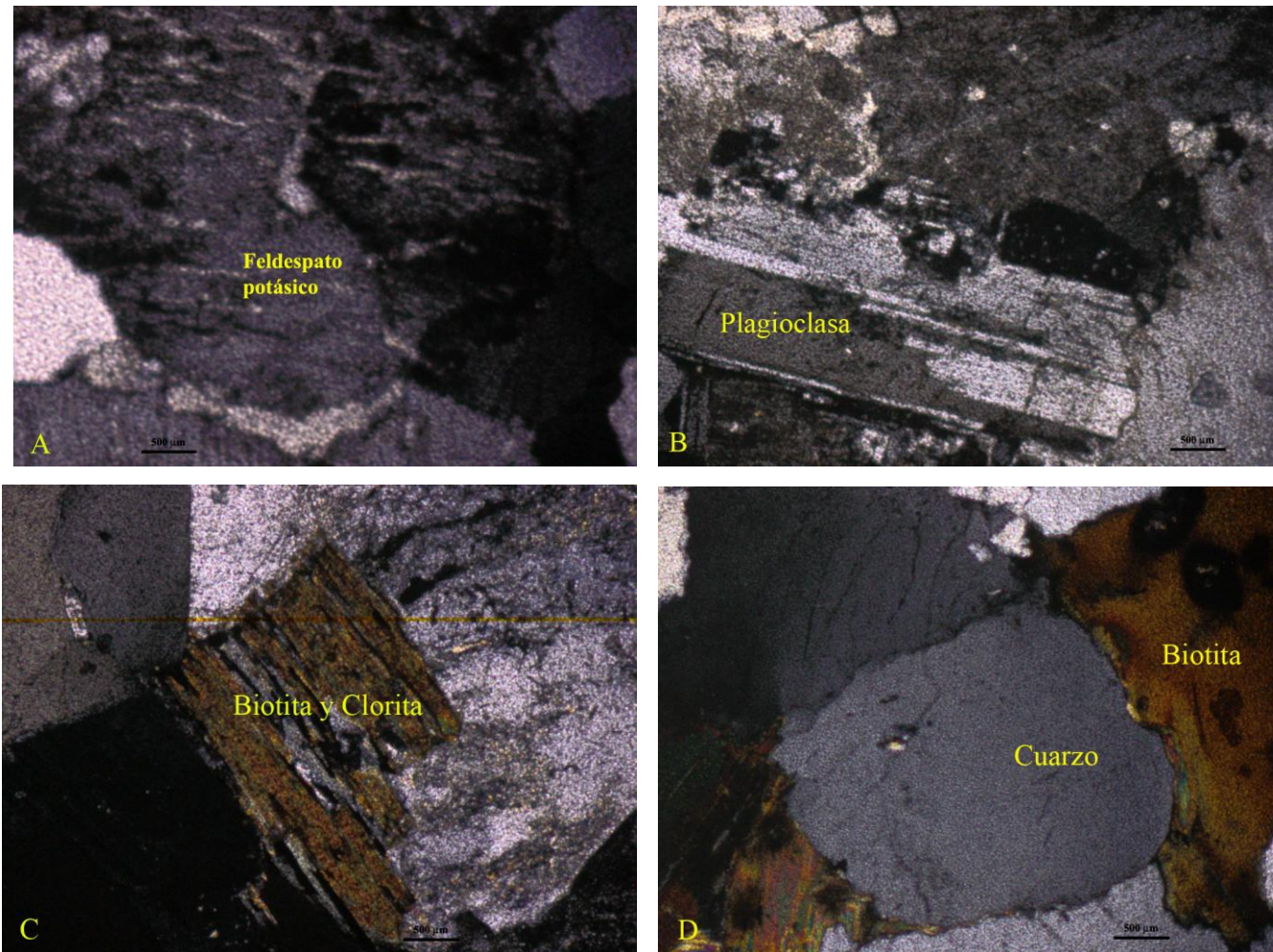


Figura 4. Dos polarizadores. Granito. Con polarizadores cruzados se puede observar el aspecto equigranular de la roca. A. Feldespato potásico (gris) con exoluciones de feldespato sódico (gris claro). B. Cristal tabular de plagioclasea con maclas polisintéticas. C. Cristal laminar de biotita parcialmente transformado en clorita. D. Granos de cuarzo rodeados de biotita.

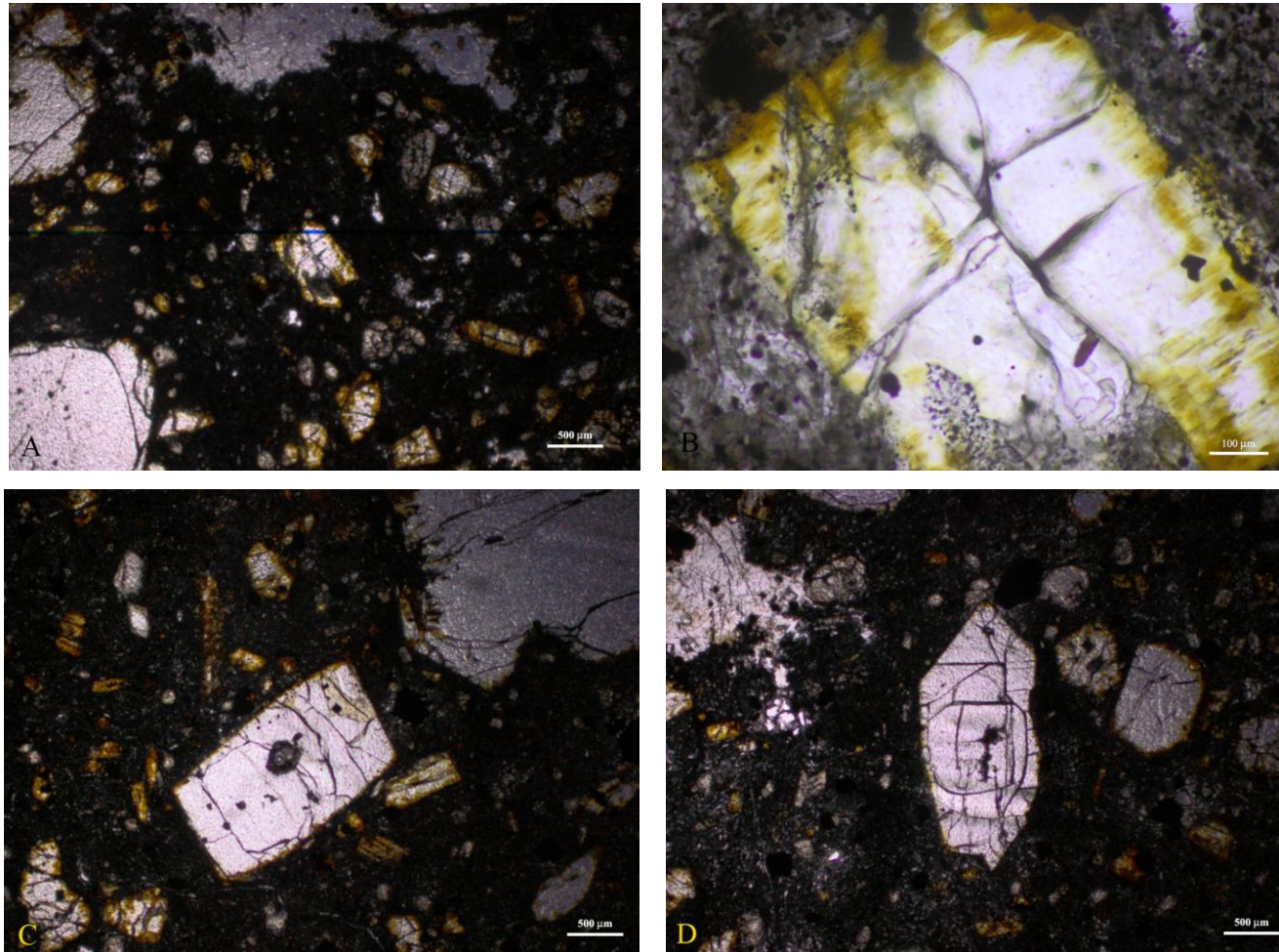


Figura 5. Un polarizador. Basalto. A. Se observa la textura típica de una roca volcánica: cristales, en este caso olivinos, incluidos en una matriz en la que no se pueden identificar los minerales que la componen. B. Detalle de un cristal de olivino mostrando fracturas irregulares. C y D. Cristales idiomorfos de olivino, incoloros y con relieve alto.

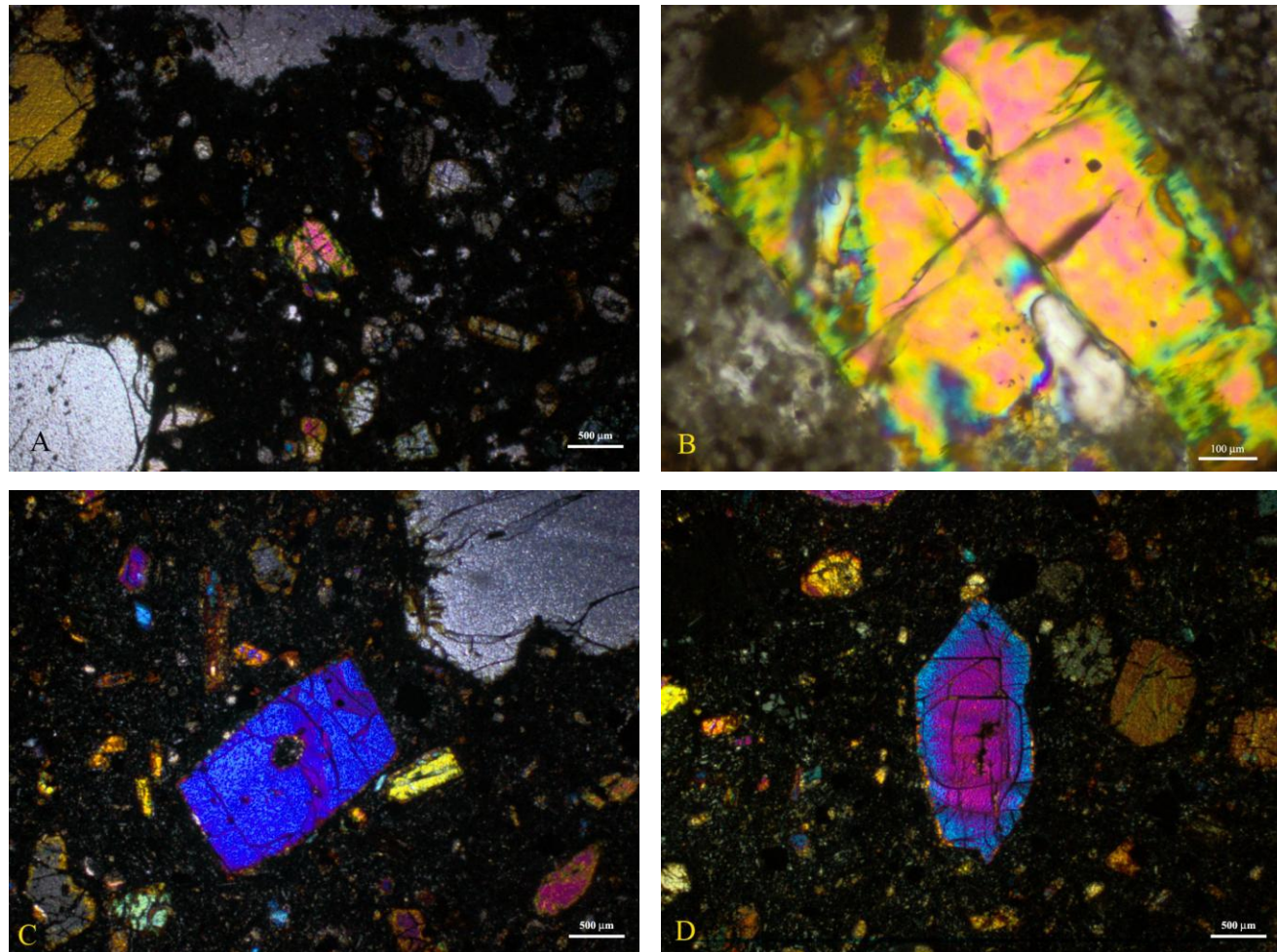


Figura 6. Dos polarizadores. Basalto. La matriz se muestra prácticamente isótropa (negra) debido al tamaño tan fino de sus granos. A. Cristales de olivino. Se observan sus vivos colores de interferencia. B y C. Detalle de los cristales de olivino. D. Cristal idiomorfo de olivino. Destaca el zonado marcado por los diferentes colores de interferencia.

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MINERALES OBSERVADOS EN LAS LÁMINAS DELGADAS

Cuarzo

Forma: cristales alotriomorfos.

Exfoliación: no tiene.

Color: incoloro.

Pleocroismo: no.

Relieve: bajo.

Anisotropo. Color de interferencia bajo, gris (Fig. 4 D).

Otras características: No se altera fácilmente. Muestra la superficie muy limpia (Fig. 3 D).

Feldespatos

En la lámina del granito se reconocen dos tipos de feldespatos: feldespato potásico (Fig.3 A y 4 A) y plagioclasa (Fig.3 B y 4 B).

- **Feldespato potásico (ortosa)**

Forma: cristales alotriomorfos o con **hábito** tabular.

Exfoliación: dos familias de líneas de exfoliación que se cortan a 90°, pero es difícil de observar debido al relieve bajo.

Color: incoloro. A veces aspecto anubarrado o “sucio” por alteración.

Pleocroismo: no.

Relieve: bajo.

Anisotropo. Color de interferencia bajo, gris.

Otras características: Se altera fácilmente, con un solo polarizador se ve la superficie con el aspecto de estar sucia o manchada. Son frecuentes las exsoluciones de feldespato sódico (plagioclasa), que aparecen como venillas blancas solo observables con polarizadores cruzados (Fig. 4 A).

- **Feldespato calco-sódico (plagioclasa)**

Forma: cristales alotriomorfos o con **hábito** tabular.

Exfoliación: posee dos familias de líneas de exfoliación que se cortan a 90°, pero es difícil de observar debido al relieve bajo.

Color: incoloro. A veces aspecto anubarrado o “sucio” por alteración.

Pleocroismo: no.

Relieve: bajo.

Anisotropo. Color de interferencia bajo, gris.

Maclado: Las maclas polisintéticas son una característica constante de las plagioclasas (el cristal, con polarizadores cruzados, se muestra dividido en una especie de bandas blancas y negras, Fig.4B).

Zonado: Es frecuente que muestre zonado concéntrico.

Biotita

Hábito: laminar.

Exfoliación: basal muy marcada, sólo visible en secciones que no sean basales.

Color: pardo, pardo-rojizo (Fig. 3 C y 3 D).

Pleocroismo: muy acusado de pardo claro a pardo oscuro.

Relieve: moderado.

Anisótropo. Color de interferencia medio, rojizo (Fig. 4 C y 4 D).

Otras características: Es frecuente que se altere a clorita (verde con un solo polarizador, Fig. 3 C, y gris azulada con polarizadores cruzadas, Fig. 4 C).

Olivino

Forma: normalmente alotriomorfo (Fig. 5 A), pero los cristales pueden tener contornos poligonales (Fig. 5 C y 5 D).

Exfoliación: no tiene exfoliación, si presenta numerosas líneas de fractura (Fig. 5 B).

Color: incoloro.

Pleocroismo: no.

Relieve: alto.

Anisótropo. Color de interferencia alto, rosa, azul turquesa, amarillo fuerte (Fig. 6 B, 6 C y 6 D).

Otras características: se altera por los bordes a iddingsita (óxidos de Fe y otros minerales). La iddingsita es de color marrón (Fig. 5 B).

RELACIONES TEXTURALES ENTRE LOS MINERALES

La textura de la roca viene caracterizada por la relaciones entre los granos minerales. Los tipos texturales se basan en la relación volumétrica entre cristales y matriz, y en el tamaño de los cristales.

En el **granito** la textura es **holocristalina** (la roca está constituida por más de un 90% de cristales) y **equigranular** (los cristales tienen un tamaño parecido entre sí).

En el **basalto** la textura es **hialocristalina** (la roca está constituida en parte por vidrio y en parte por cristales, sin que ninguno de los dos supere el 90% del volumen total) y **porfídica** (cristales de mayor tamaño incluidos en una matriz o pasta compuesta por granos de tamaño sensiblemente menor).

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Klein, C. y Hurlbut, C. S. 2006. *Manual de Mineralogía; basado en la obra de J. DANA* (4ª Edición). Tomo I. Editorial Reverté. 368 pp.

Kerr, P.F. 1977. *Mineralogía Óptica*. Ediciones Castilla. 433 pp.

MacKenzie, W. S. y Guilford, C. 1996. *Atlas de petrografía: minerales formadores de rocas en lámina delgada*. Masson. Cop. 98 pp.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

Óptica Mineral. Juan Jiménez Millán y Nicolás Velilla Sánchez. Universidad de Jaén.

<http://geologia.ujaen.es/opticamineral/>

Atlas en color de rocas y minerales en lámina delgada. W.S. MacKenczie y A.E. Adams.

<http://books.google.com/books?id=-JF00ObBq30C&pg=PP1&hl=es&pg=PT1#v=onepage&q=&f=false>

Recibido: 8 enero 2010.

Aceptado: 15 febrero 2010.